// PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 31. 4. Mai 1901. 2. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
G. T. Walker, Über den Bumerang. S. 457.
J. D. van der Waals jr., Statistische Strahlungstheorie. S. 461.
Referate:
W. van Bemmelen, Die Säkular-Verlegung der magnetischen Achse der Erde. S. 462.
W. H. Lindley, M. Schröter und H. F. Weber, Versuche an einer Dampfturbine mit Wechselstrommaschine. S. 463.
N. Petroff, Über mittelbare Reibung. S. 463.
Besprechungen:
L. Cerebotani, Meine Telegraphie. S. 465.
F. Dolezalek, Die Theorie des Bleiakkumulators. S. 465.
P. Volkmann, Einführung in das Studium der theoretischen Physik, insbesondere in das der analytischen Mechanik, mit einer Einleitung in die Theorie der physikalischen Erkenntnis; W. Voigt, Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik. II. Aufl. S. 466.
Alex. Volta, Galvanismus und Entdeckung des Säulenapparates 1796—1800. (Ostwalds Klassiker Nr. 118.) S. 467.
Eingegangene Schriften. S. 468.
Briefkasten. S. 468.
Tagesereignisse. S. 468.
Personalien. S. 468.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über den Bumerang.

Von Gilbert T. Walker.

Bumerangs können studiert werden ihres anthropologischen Interesses wegen, als Beispiel der Kunstfertigkeit eines Naturvolks [1]) oder als Veranschaulichung dynamischer Prinzipien. [2]) Indessen ist es ausserordentlich reizvoll, sie herzustellen und zu schleudern, und die sonderbaren und stets anmutigen Kurven zu beobachten, welche sie bei ihrem Fluge beschreiben. Demgemäss war es mein Hauptzweck in der folgenden Abhandlung, durch Mitteilung einiger Ergebnisse meiner zehnjährigen experimentellen Beschäftigung mit diesen Dingen die praktischen Schwierigkeiten der Sache zu verringern.

Diese Waffen der Australier sind nach Form und Grösse ausserordentlich verschieden; hingegen ist das Geschick der Eingeborenen, sie zu schleudern, in einigen Gegenden gross, in anderen sehr gering. Die wunderbaren Flugbahnen, die von früheren Forschern beschrieben wurden, sieht man heute nur selten; und, obgleich es nicht zu leugnen ist, dass mancher Eingeborene einen Bumerang 80 Meter fortschleudern kann, ehe er ihm zu Füssen fällt, so kenne ich nur einen glaubwürdigen Bericht von einem viel merkwürdigeren Wurfe. [3]) Hierbei beschrieb der Bumerang fünf Kreise in der Luft, indem er bis zu einer Entfernung von 90 m von dem Schleuderer fortflog, und bis zu einer Höhe von 45 m emporstieg.

Für unseren Zweck wird es passend sein, zwei Typen des Bumerang zu betrachten. Der erste (Fig. 1) ist etwa 80 cm lang, längs der Mittellinie gemessen, ist (bei B) annähernd in einen rechten Winkel gebogen, und besitzt den in Fig. 2 angegebenen Querschnitt. Er ist im

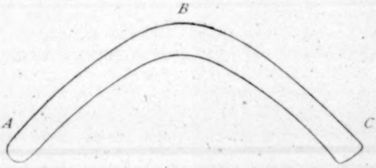


Fig. 1.

Fig 2.

Mittelpunkt, bei B, etwa 6,5 cm breit und 1 cm dick; gegen die Enden A und C hin nehmen die Abmessungen des Querschnittes ein wenig ab. Sein Gewicht beträgt ungefähr 230 g. Die Arme sind aus der Ebene $A\,B\,C$ heraustordiert nach Art von Windmühlenflügeln, indem sie, um die Linien $B\,A$, $B\,C$ als Achsen, im Sinne einer rechtshändigen Schraube um 2 bis 3° gedreht sind. Diese Abweichung von der Ebene wird im folgenden mit „Torsion" bezeichnet werden, und die Eigentümlichkeit, dass eine Seite des Querschnittes (Fig. 2) stärker gewölbt ist, als die andere, wird die „Wölbung" genannt.

Die Bumerangs vom zweiten Typus (Fig. 3) sind ungefähr 70 cm lang und 7 cm breit; ihr Querschnitt ist dem in Fig. 2 angegebenen

Fig. 3.

1) Vergl. »The Native Tribes of Central Australia« by B. Spencer and F. J. Giller (1899). Cap. XIX.

2) E. O. Endmann, Ann. d. Phys. u. Chem., **137**, 1869, 1; E. Gerlach, Zeitschr. d. Vereins z. Förd. d. Luftschiffahrt, **3**, 1886; G. T. Walker, London Phil. Trans. **190**, 1897, 23.

3) M. A. W. Horitt, Nature, 20. July 1876.

ähnlich. Die „Torsion" besitzt entgegengesetzten Sinn, und bedingt eine linkshändige Drehung von etwa 3^0 um *DE*, *FE* als Achsen.

Geschlossene Flugbahnen.

Einen Bumerang vom ersten Typus hält man so, dass die gewölbtere Seite nach links, die konkave Kante nach vorne zeigt. Man wirft ihn, mit vertikal gestellter Ebene, in horizontaler Richtung, indem man ihn in möglichst rasche Rotation versetzt. Die Ebene der Rotation bleibt nicht parallel der ursprünglichen Stellung, sondern sie besitzt eine Winkelgeschwindigkeit

1. um die Richtung der Translation und
2. um eine zu dieser senkrechte Linie in ihrer Ebene.

Die Wirkung von 2. zeigt sich darin, dass die Bahn sich nach links windet; infolge von 1. hingegen neigt sich die Rotationsebene nach rechts hinüber (d. h. sie rotiert im Sinne des Zeigers einer Uhr, die der Schleuderer anblickt) und ihre Neigung gegen die Vertikale wird binnen 2 Sekunden mit 30^0 vergleichbar. Die Winkelgeschwindigkeit (2) wird nunmehr bewirken, dass die Bahn sowohl in die Höhe steigt, als sich horizontal nach links krümmt.

Wenn der Bumerang einen nahezu vollständigen Kreis beschrieben hat, hat sein Impuls abgenommen, und er fällt beim Schleuderer zur Erde (s. die Figuren 4, 5, die Horizontal- und

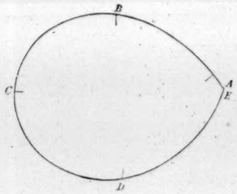


Fig. 4.

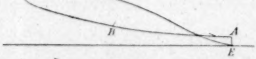


Fig. 5.

Vertikal-Projektion der Bahn darstellen; der Massstab der Zeichnungen ist etwa 1 : 1000).

Die Winkelgeschwindigkeit (1) nimmt zu mit zunehmender Torsion und Wölbung; ebenso mit zunehmenden Werten von cos ϑ, wo ϑ die Neigung der Ebene der Rotation gegen die Horizontalebene angiebt.

Die Winkelgeschwindigkeit (2) nimmt zu, wenn Torsion und cos ϑ zunehmen, und im allgemeinen auch, wenn die Wölbung wächst.

Wenn man wünscht, dass der Bumerang einen zweiten Kreis vor dem Schleuderer beschreiben soll (s. Fig. 6, 7), so muss man ihn

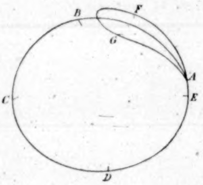


Fig. 6.

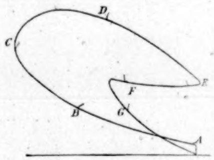


Fig. 7.

viel stärker werfen, so dass er, nach Vollendung eines Kreises, noch genügende Translationsgeschwindigkeit besitzt. Wenn das Geschoss seinen ersten Kreis beschrieben hat, und über dem Kopfe des Schleuderers sich befindet, so muss die Rotationsachse nach oben und nach vorne weisen; würde sie nach hinten weisen, so würde die folgende Bahn hinter seinem Rücken liegen, und es würde eine Figur von der Gestalt der Acht (s. Fig. 8, 9) möglich werden.

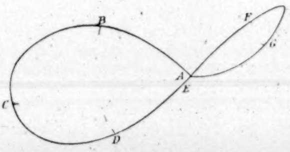


Fig. 8.

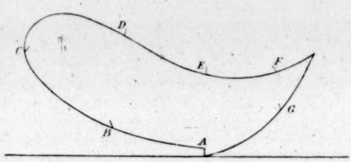


Fig. 9.

Um eine Wurfbahn mit einer zweiten, vor dem Schleuderer gelegenen Schleife zu erhalten, wählt man zweckmässig einen Bumerang von beträchtlicher Torsion und Wölbung, und wirft ihn mit nach links geneigtem Körper, so dass der Winkel ϑ, den die Rotationsachse mit der Vertikalen einschliesst, einen rechten Winkel etwas übersteigt. Die grössere Torsion wird bedingen, dass der erste Kreis einen kleineren Umfang besitzt und dass nach seiner Vollendung noch ein grösserer Weg übrigbleibt; und

die grössere Wölbung wird verhüten, dass die Rotationsebene zu frühe horizontal gestellt wird.

Um eine Bahnkurve von der Gestalt der Acht zu erhalten, ist geringere Wölbung oder grössere Rotationsgeschwindigkeit beim Werfen zu verlangen, und etwas nach aufwärts zu zielen, mit einem Winkel ϑ, der kleiner ist als ein rechter.

Es sind so viele Einzelheiten der Abänderung fähig, dass nur der Versuch zeigen kann, wie man die besten Resultate mit einem gegebenen Bumerang erzielt.

Die komplizierteste Kurve, die der Verfasser erhalten hat, ist die durch die Figuren 10, 11

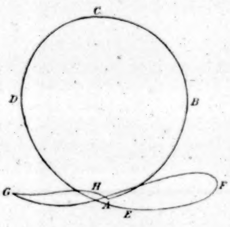


Fig. 10.

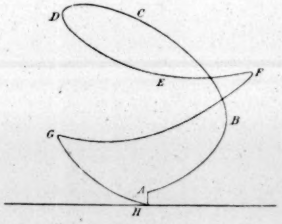


Fig. 11.

dargestellte. Aber es ist sicher, dass diese weit hinter dem zurückbleibt, was geschickte australische Eingeborene erreichen.

Wenn der Winkel zwischen den Armen zunimmt und Torsion und Wölbung ungeändert bleiben, so wächst die Winkelgeschwindigkeit (1), und es wird leichter, eine zweite Schleife hinten, als vorne zu erzielen. Wenn der Winkel 150^0 übersteigt, so ist die Winkelgeschwindigkeit der ersten Art so gross, dass es schwer wird, überhaupt eine Rückkehr des Bumerang zu erreichen.

Wenn die Torsion linkshändig ist, haben wir ein Exemplar vom zweiten Typus (Fig. 3) und es muss mit der gewölbteren Seite zu oberst geworfen werden und mit 30 bis 60^0 gegen die Horizontalebene geneigter Ebene der Rotation (d. h. $30^0 < \vartheta < 60^0$). Der Wurfwinkel (d. h. die Neigung der anfänglichen Translationsgeschwindigkeit gegen die Horizontalebene) muss etwa 45^0 betragen. Das Aufsteigen erfolgt nahezu in gerader Linie, bis die Translationsgeschwindigkeit klein wird; das Geschoss kehrt dann zurück längs einer Bahn, die der des Aufstieges nahe liegt. (Fig. 12, 13.)

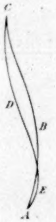


Fig. 12.

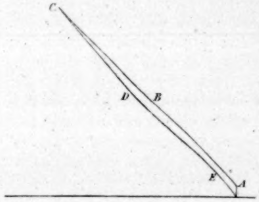


Fig. 13.

Ungeschlossene Flugbahnen.

Ein guter Bumerang vom zweiten Typus wird bis zu einer sehr beträchtlichen Entfernung in nahezu gerader Linie fliegen, wenn er in geeigneter Weise geworfen wird. Die Bewegung soll derjenigen eines Luftschiffes oder einer Flugmaschine ähnlich sein; die Rotationsebene muss nahezu horizontal bleiben, wenn auch etwas nach aufwärts geneigt, und die Flugbahn muss flach sein. Es wird so auf der unteren Seite des Geschosses ein Luftdruck hervorgerufen werden, der der Schwerkraft das Gleichgewicht hält, solange genügende Translationsgeschwindigkeit vorhanden ist. Der Bumerang wird sehr wenig nach oben geneigt geworfen, in einem Wurfwinkel, der 12^0 nicht übersteigt; die gewölbte Seite liegt zu oberst und ϑ beträgt anfangs ungefähr 30^0. Die Rotationsebene scheint bald dem Schleuderer annähernd horizontal zu werden, und sie bleibt es während des Fluges; das Geschoss erhebt sich bis zu einer Höhe von etwa 12 m über den Erdboden und fliegt in nahezu gerader Bahn, bis sein Translationsimpuls erschöpft ist; dann fällt es zur Erde in einer Entfernung von ungefähr 130 m vom Schleuderer.

Man sieht, dass die Winkelgeschwindigkeit (1) zuerst klein und positiv ist und nachher ganz verschwindet; die Winkelgeschwindigkeit (2) ist durchweg klein. Dieses sind die Folgen der linkshändigen Torsion und der Wölbung.

Beträchtliche Genauigkeit in der Anfertigung sowohl, wie beim Wurfe ist notwendig, wenn man die bestmöglichen Resultate erzielen will. Wenn die Rotationsebene sich nach rechts

hinüber neigt, so gleitet der Bumerang auf der geneigten Ebene herab. So wird die Bahn umgebogen und erheblich verkürzt. Man muss die richtige Beziehung finden zwischen Torsion, Wölbung und Winkel der Arme des Bumerang, Dichte des Materials, sowie Grösse und Richtung der anfänglichen Translations- und Rotationsgeschwindigkeit. Dies mag erläutert werden durch das erste Exemplar dieses Typus, das ich angefertigt habe; dieses flog weiter gegen den Wind als mit dem Winde. In ersterem Falle bleibt der Bumerang in ganz geringer Höhe, kaum über 6 m emporsteigend, und, sehr wenig durch Reibungswiderstand gehemmt, fliegt er etwa 125 m weit; im letzteren Falle verliert der Körper seine Energie, indem er bis zu einer Höhe von etwa 15 m aufsteigt, und fällt zur Erde in einer Entfernung von etwa 90 m.

Es ist sehr schwer, dem Bumerang genügende Rotationsgeschwindigkeit zu geben, um die Bewegung während eines langen Fluges stabil zu erhalten, und ich habe es vorteilhaft gefunden, um das Holz Kupferdraht von 60 g Gewicht in drei gleichen Stücken zu winden, ein Stück in der Mitte und je eins an jedem Ende. Dieses vergrössert erheblich das Trägheitsmoment um den Schwerpunkt, ohne anderweitig ernstliche Störungen zu bedingen. Ich habe einen belasteten Bumerang dieser Art 167 m weit geworfen, während ich mit einem kugelförmigen Ball vom halben Gewichte nicht über 63 m hinauskomme.

Art der Anfertigung.

Man nehme einen Klotz geradfaserigen Eschenholzes von etwa 90 cm Länge, 7 cm (oder 7,5 cm) Dicke und nicht weniger als 7 cm Breite. Der Klotz wird durch Dampf weich gemacht, dann in die gewünschte Form gebogen, und in dieser Form gehalten, bis er kalt und trocken ist; er wird dann in 1,3 cm dicke Stücke zersägt. Nachdem genügende Zeit verstrichen ist, wird jedes Stück zu einem Bumerang verarbeitet; das geeignetste Instrument hierfür ist der Hobel.

Es ist sehr wichtig, dass die äussere Kante, jedenfalls an der gebogenen Stelle, den Fasern des Holzes folgt. Wenn das Geschoss hart auf das Ende aufschlägt, so ist der Druck in der Mitte sehr stark, und in jedem Punkte, in dem die Richtung der Fasern die konvexe Kante schräge trifft, kann sich ein Riss bilden, und schliesslich ein Bruch.

Es ist das beste, das Material gleich in der endgültigen gewundenen Gestalt herauszuschneiden, nicht die Torsion durch neues Eindampfen und Biegen zu erzielen. Beträchtliche Sorgfalt ist hierbei erforderlich, denn die Entfernung einer Holzschicht von 1 mm Dicke wird, wenn sie Zunahme oder Abnahme der Torsion bedingt, eine merkliche Abweichung der Flugbahn verursachen. Man wird finden, dass es das Werfen erleichtert, wenn man demjenigen Ende des Bumerang, das in der Hand gehalten wird, die etwas eckige Form giebt, die in den Figuren 1 und 3 auf der rechten Seite angedeutet ist.

Es ist schwierig, ein Werfen des Holzes zu verhindern; die Bumerangs gehen seltener entzwei, wenn der Boden feucht und weich ist, und unter diesen Umständen wird die Feuchtigkeit im allgemeinen vom Holze eingesogen.

Es ist sehr vorteilhaft, die Oberfläche des Bumerang mit feinem Schmirgelpapier zu glätten und ihn mit Leinöl zu tränken. Die hierdurch bedingte Zunahme der Dichte ist von Nutzen, da sie die hemmende Wirkung des Reibungswiderstandes der Luft vermindert.

Ich habe künstlich gebogenes Eichenholz als Material verwandt, aber es nicht so schwer und stark gefunden wie Eschenholz; natürlich gebogene Eichenäste sind nicht schwer zu erhalten, aber Bumerangs, die aus solchen angefertigt sind, sind geneigt zu brechen an Stellen, wo Knoten oder sonstige Unstetigkeiten im Holze sind.

Entwickelung.

Bumerangs von den verschiedensten Formen sind noch jetzt in Australien zu finden und es scheint unmöglich, direkte historische Anhaltspunkte für die Art der aufeinander folgenden Stadien der Entwickelung zu erhalten. Aber wenn eine Vermutung erlaubt ist, so mag diese Reihenfolge vorgeschlagen werden.

Zuerst würden wir eine rohe Art von hölzernen Schwertern haben, gekrümmt, aber ohne Wölbung und Torsion, und mit zu einem Griffe abgerundeten Ende. Wenn das ausersehene Opfer mit dem Schwerte nicht zu erreichen war, so lag es nahe, die Waffe zu werfen, und auf kurze Strecken war dieses ausserordentlich wirksam. Schlechte Arbeit würde häufig die Herstellung von Waffen zur Folge haben, deren Seiten ungleich gewölbt sind; und man würde bald gefunden haben, dass diese Geschosse, wenn sie mit der gewölbten Seite zu oberst geschleudert werden, viel weiter und gerader fliegen als andere.

Bumerangs von dieser Art variieren in der Länge von 50—110 cm und im Gewichte von 200—1250 g. Sie sind meist in scheinbar ganz willkürlicher Weise tordiert und bilden die grosse Mehrzahl der jetzigen Waffen der Eingeborenen. Leichte Exemplare mit geringer linkshändiger Torsion können eine ziemlich gerade Bahn besitzen von 100 m und können zurückkehren, wenn man stark nach oben zielt, besonders wenn man gegen den Wind wirft.

Diejenigen, die in einem hinreichend grossen Winkel gebogen sind, und gerade zufällig tordiert sind (entweder infolge unsorgfältiger Herstellung oder weil das Holz sich geworfen hat[1]) im Sinne einer rechtshändigen Schraube, sind Bumerangs vom ersten Typus. Bei manchen derselben ist die Torsion so gross, dass sie auffällt, und wenn einmal der Zusammenhang zwischen Gestalt und zurückkehrendem Fluge bemerkt ist, so ist die Entwicklung des Bumerang abgeschlossen.

1) Dies mag erläutert werden durch die Thatsache, dass der Verfasser, als er begann, Bumerangs anzufertigen, nur wusste, dass eine Wölbung notwendig war; aber die beiden ersten Exemplare, die er anfertigte, hatten zufällig rechtshändige Torsion und kehrten erstaunlich gut zurück.

(Aus dem Englischen übersetzt von M. Abraham.)

(Eingegangen 31. März 1901.)

Statistische Strahlungstheorie.[1]

Von J. D. van der Waals jr.

Meine Überzeugung von dem grossen Werte der statistischen Betrachtungen von Boltzmann über den gasförmigen Zustand hat mich veranlasst, zu versuchen, die Strahlungserscheinungen auf ähnliche Art zu erklären. Es besteht nämlich eine wesentliche Übereinstimmung zwischen den Erscheinungen der Strahlung und denen der Wärme. Beide sind dem Entropie-Gesetz unterworfen, was darin seinen Grund hat, dass bei beiden die mechanischen Gesetze der Natur nur genügen, die Vorgänge innerhalb der einzelnen Moleküle zu bedingen, aber dass man zur Erklärung der Weise, in welcher die mechanischen Bewegungen der einzelnen Moleküle zu der Beobachtung zugängliche Vorgänge zusammenwirken, auch der Wahrscheinlichkeitsgesetze bedarf.

Herr Planck hat für seine Darstellung der Strahlungserscheinungen schon statistische Betrachtungen benützt. Seine ursprüngliche Absicht war aber nicht, eine statistische Theorie zu entwerfen. Erst allmählich ist er zu statistischen Betrachtungen gekommen, und nur da, wo sie ganz unumgänglich sind. Ausserdem unterwirft er die grosse Menge der Strahlen den Wahrscheinlichkeitsgesetzen, während ich meine, dass es den Vorzug verdient, die Wahrscheinlichkeitsgesetze nur für die grosse Menge der strahlenden Moleküle anzuwenden, da die grosse Menge der Strahlen doch nur von der grossen Menge der Moleküle herrührt. Darum glaube ich, dass eine konsequente statistische Strahlungstheorie eine noch tiefere Einsicht in die Strahlungserscheinungen geben kann als Herrn Plancks Theorie.

1) Ausführlich in des Verfassers Dissertation. Amsterdam 1900.

Zunächst ist es nun erforderlich, eine Vorstellung von dem genauen Zustand des Äthers im durchstrahlten Felde zu entwerfen, analog mit dem Gesetze von Maxwell für die Verteilung der Geschwindigkeiten der Moleküle. Betrachten wir einen Punkt P ausserhalb eines Raumelementes, welches eine grosse Menge strahlender Moleküle enthält und nehmen wir an, dass die Schwingungen der Moleküle voneinander unabhängig sind, so sind die elektrischen Momente der Moleküle in einer gewissen Richtung ebenso wahrscheinlich, als in der entgegengesetzten. Fände die wahrscheinlichste Verteilung der Momente der Moleküle statt, so würden also die Momente einander gerade aufheben und keine Strahlung würde nach P gelangen.

Die wahrscheinlichste Verteilung selbst ist aber sehr unwahrscheinlich und es werden Abweichungen stattfinden, die der Wurzel aus n proportional sind, wo n die Anzahl der Moleküle ist. Die elektromagnetischen Kräfte in P sind also auch der Wurzel aus n proportional, und die Energie, welche dem Quadrate der Kräfte proportional ist, wird der Anzahl (n) der Moleküle proportional sein.

Dieses gilt aber nur von der wahrscheinlichsten Kraft (f) in P; die Wahrscheinlichkeit, dass die Kraft zwischen f und $f + df$ liegt, ist:

$$a\, e^{-\frac{f^2}{f_1^2}}\, df$$

Diese Ableitung ist aber nur annäherungsweise gültig. Wir haben nämlich vorausgesetzt, dass die Schwingungen der Moleküle voneinander unabhängig seien, und das ist in Wirklichkeit nicht der Fall. Die Moleküle werden die von den benachbarten Molekülen ausgestrahlten Kräfte teilweise absorbieren, und so wird eine partielle Ordnung in den molekularen Schwingungen entstehen. Das Gesetz, nach welchem die Schwingungen geordnet sind, habe ich noch nicht bestimmen können. Ich glaube, dass es erforderlich ist, dieses Gesetz zu bestimmen, ehe man den vollständigen Wert der Entropie einer strahlenden Gasmasse finden wird.

Die teilweise Ordnung der Schwingungen der Moleküle hat aber noch eine andere wichtige Folge. Moleküle, die sich in ihrem wechselseitigen Strahlungsfelde befinden, werden auch ponderomotorische Kräfte aufeinander ausüben. Ob diese Kräfte anziehend oder abstossend sind, ist von dem Phasenunterschied der Schwingungen abhängig. Wären nun die Schwingungen der benachbarten Moleküle von-

einander unabhängig, so wäre Abstossung und Anziehung gleich wahrscheinlich.

Die teilweise Ordnung der Schwingungen aber veranlasst, dass die anziehenden Kräfte überwiegen. Ich habe mir darum die Frage gestellt, ob vielleicht die molekulare Attraktion nichts anderes sei, als diese ponderomotorische Wirkung der Strahlung, oder ob diese so gering sei, dass es notwendig wäre, obendrein noch eine Kraftwirkung anderer Art zwischen den Molekülen anzunehmen.

Da ich das Gesetz der Ordnung nicht habe bestimmen können, war auch eine genaue Berechnung der Kräfte unmöglich. Auch ist für eine genaue Berechnung der Bau der Moleküle noch viel zu wenig bekannt. Eine vorläufige Berechnung aber ergab einen Wert für die Energie der Strahlungskräfte, dessen Grössenordnung nicht zu sehr von der molekularen Energie abweicht.

Ich hoffe, später in der Lage zu sein, diese Hypothese genauer zu prüfen.

(Eingegangen 14. April 1901.)

REFERATE.

Geophysik.

Besorgt von Prof. Dr. E. Wiechert.

W. van Bemmelen. Die Säkular-Verlegung der magnetischen Achse der Erde. Appendix I zu Observations made at the Royal Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. **22**, 1900 8⁰. 30 Seiten. 1 Karte.

Untersuchungen über die Säkularvariation des Erdmagnetismus werden durch unsere Unkenntnis über den absoluten Wert des erdmagnetischen Feldes für frühere Epochen ausserordentlich erschwert. Dieses Hindernis fällt fort, wenn es sich um die säkulare Verlegung der magnetischen Achse der Erde handelt; sie lässt sich allein aus der säkularen Änderung der Deklination für alle Orte der Erde berechnen, falls man nur für eine ausreichende Anzahl von Orten genügend sichere Beobachtungen besitzt, um die Verhältnisse der verschiedenen Epochen durch Isogonen darzustellen. Dies ist aber der Fall; wir besitzen in den Karten des Verf.'s[1]) für die Epochen 1500, 1550, 1600, 1650, 1700 und den Neumayerschen Karten für 1885 und 1900 von anderen ganz abgesehen, ein vorzügliches Material, das nun hier auch zur Verwendung kommt.

Die magnetischen Meridiane aller Orte der Erde schneiden sich nicht in je einem Punkte auf den beiden Halbkugeln. Es lässt sich jedoch ein Punkt definieren, den man als Austrittspunkt der Achse bezeichnen kann, und der von allen Meridianen so wenig wie möglich entfernt ist. Der Verf. definiert ihn so, dass die Summe der Quadrate der Entfernungen des auf eine Tangentialebene projizierten Punktes von allen projizierten Meridianen ein Minimum ist.

Es werden nun für jede Epoche aus den oben genannten Karten Werte der Deklination für regelmässig über die Erde verteilte Orte entnommen, für jeden Parallel daraus der Achsenpunkt berechnet und diese 13 Werte dann mit verschiedenem Gewichte zu einem zuzusammengefasst. Für die Epoche 1885 ergab sich so z. B. die Lage der Achse zu

van Bemmelen	$\lambda = 68^0\ 53'$,	$\varphi = 78^0\ 2'$
Neumayer	67 17,	78 20
Schmidt	68 30,	78 34

was eine sehr gute Übereinstimmung ist. Zerlegt man die Erdoberfläche in drei Zonen, so geben diese folgende Achsenpunkte

60^0N—30^0N,	$\lambda = 82^0$,	$\varphi = 80^0$
20 N—20 S	77,	78
30 S—60 S	48,	74

dies nennt der Verf. eine Tordierung der magnetischen Achse. Es sei noch bemerkt, dass das Gewicht, mit dem die Normalgleichungen zusammengefasst werden, für alle Epochen dasselbe, nämlich $\frac{H^2\varphi}{\cos\varphi}$ war, wo $H\varphi$ der für den Parallel der Breite φ zu bildende Mittelwert der Horizontal-Intensität ist.

Ausser 1885 werden noch die Epochen 1600, 1650, 1700, 1770 und 1842—45 auf die dargestellte Art bearbeitet. Dies führt zur Konstruktion einer regelmässigen Bahn für die säkulare Achsenverlegung. Eine Differentiation der Normalgleichungen giebt für die Epochen die Richtung der Säkularvariation und sichert so die Zeichnung der Kurve.

Der Verf. vergleicht diese Bahnkurve nunmehr mit den Isochasmen und den Nachstörungsmeridianen. Unter „Nachstörung" versteht man den ruhigen Zustand des Erdmagnetismus nach einer Störung. Die Variationen unterscheiden sich während einer Nachstörung durch nichts von dem Zustande vor der Störung, dagegen hat die Störung eine Parallelverschiebung, eine relativ dauernde Vergrösserung oder Ver-

1) W. van Bemmelen: Die Abweichung der Magnetnadel etc. bis zur Mitte des 18. Jahrh. Suppl. zu **21**, Observ. of Batavia 1899.

kleinerung des Gesamtwertes hervorgebracht. Van Bemmelen, dem wir die Untersuchung dieser Erscheinung neben Chree hauptsächlich verdanken, betrachtet die Nachstörung als eine zeitweilige Verschiebung der Achse, welcher Zustand so lange erhalten bleibt, als die störenden Stromwirbel existieren. Er vermutet, dass der Nordenskiöldsche Nordlichtpol auch Pol für die Nachstörungen ist. „Nachstörungsmeridiane" sind die Meridiane während der Nachstörung. Er kommt zu dem Resultate: „Wenn von cirkumpolarer Bewegung des magnetischen Achsenpunktes die Rede sein kann, so findet sie nicht um den Rotationspol der Erde, sondern um den Nordlichtpol statt."

Auch die Bahn des magnetischen Nordpoles leitet der Verf. ab und findet als Distanz zwischen ihr und der Achsenbahn für jede Epoche fast denselben Wert, nämlich 10^0 5.

Bemerkenswert ist noch, dass der Verf. zu der Mutmassung geführt wird, dass auf die Lage der Achse meteorologische Verhältnisse von Einfluss seien. A. Nippoldt.

(Eingegangen 14. März 1901.)

Technische Mechanik.

Besorgt von Prof. E. Meyer.

W. H. Lindley, M. Schröter und H. F. Weber, Versuche an einer Dampfturbine mit Wechselstrommaschine. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1900, Heft 26/27.

Die Stadt Elberfeld hatte im Jahre 1898 bei der Firma C. A. Parsons in Newcastle on Tyne eine Dampfturbinenanlage zum Betriebe einer elektrischen Centrale in Auftrag gegeben. Im Januar 1900 haben unter Leitung der im Titel genannten Sachverständigen die Abnahmeversuche stattgefunden, deren Ergebnisse von besonderem Interesse sind, weil die Elberfelder Anlage wohl die erste Dampfturbinenanlage in grossem Massstab ist. Die Anlage besteht aus zwei Turbinen mit je einer angekuppelten Wechselstromdynamo von 1000 K.-W.-Leistung bei 4000 Volt Spannung, 50 Perioden in der Sekunde, mit einer Phasenverschiebung bis herab zu $\cos\varphi = 0{,}8$ und 1500 minutlichen Umdrehungen. Die Versuche bezogen sich hauptsächlich auf Leistung, Dampfverbrauch und Regulierfähigkeit der Anlage. Zur Messung der elektrischen Leistung diente ein Präzisions-Wattmesser zusammen mit einem induktionslosen Widerstand von 40000 Ohm, zur Messung der Spannung ein elektrostatischer Voltmesser Kelvinscher Art, zur Ermittelung der Phasendifferenz ein weiterer Hitzdraht-Ampèremesser. Für die Belastung der Maschine bei der Messung des Dampfverbrauches war ein Wasserwiderstand derart hergerichtet, dass die Maschine mit $^1/_4$, $^2/_4$, $^3/_4$, $^4/_4$ Normalbelastung arbeiten konnte. Ausserdem wurde die Maschine bei Leerlauf und bei 20 Prozent Überlastung untersucht. Bei induktionsloser Belastung fand sich ein Abfall der Spannung von rund 1 Prozent bei Vollbelastung gegenüber Leerlauf. Bei induktiver Belastung (durch Einschaltung einer grossen Spule mit Eisenlamellen) und $\cos\varphi = 0{,}78$ war der Spannungsabfall rund 11 Prozent. Beide Werte sind ausserordentlich klein im Vergleich zu anderen guten Wechselstrommaschinen. Mit Hilfe der gefundenen Werte konnte der Widerstand der Armaturwindungen $W = 0{,}05$ Ohm, der Induktionskoeffizient der Armatur $L = 0{,}008$ Henry berechnet werden.

Jede der beiden Dampfkraftmaschinen besteht aus je einer Hoch- und einer Niederdruckturbine. Der Dampf tritt mit einer Spannung von 10,5 Atmosphären und im Mittel $14{,}3^0$ Überhitzung in die Maschine ein, so dass er eine Temperatur von 195^0 hat, und tritt mit 0,05 Atmosphäre aus der Niederdruckturbine in einen Kondensator, den das Kondensat mit 30^0 verlässt. Im Betriebe ist Überhitzung bis zu 50^0 Temperaturerhöhung vorgesehen. Der spezifische Dampfverbrauch ergab sich bei Vollbelastung zu 9,14 kg pro K. W.-Stunde und stieg bei Viertelbelastung auf 15,31 kg. Da der Wärmeinhalt des eintretenden Dampfes 667 Kalorien beträgt, so ergiebt sich danach, dass bei Vollbelastung 14,2 Prozent der im Dampfe enthaltenen Wärme in elektrische Arbeit umgewandelt wurden. Die Umlaufzahl der Turbine änderte sich bei allmählichem Übergang von Vollbelastung zum Leerlauf um 3,6 Prozent. Die Maschine hat einen Centrifugal- und einen elektrischen Regulator. Bei Anwendung des ersteren stieg durch plötzliche Entlastung um 20 Prozent der Normallast die Geschwindigkeit um rund 1 Prozent, die Spannung um 1,3 Prozent. Der elektrische Regulator verkleinert die Geschwindigkeit bei abnehmender Belastung, und zwar bei 25 Prozent plötzlicher Belastungsänderung um 0,85 Prozent unter gleichzeitiger Änderung der Spannung um 1,1 Prozent.

P. Roth.

(Eingegangen 23. März 1901.)

N. Petroff, Über mittelbare Reibung. Revue de Mécanique, 30. November 1900.

Der Verfasser wendet die Gleichung für die mittelbare Reibung auf cylindrische Tragzapfen an:

$$F = \frac{\mu v Q}{\varepsilon + \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\mu}{\lambda_1}}.$$

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY WOODS HOLE MASS.

Darin bedeutet F den Reibungswiderstand, μ den Koeffizienten der inneren Reibung des Schmiermaterials, λ und λ_1 die Koeffizienten der äusseren Reibung des Öles an Zapfen- und Lagerfläche, ε die Dicke der Schmierschicht, v die Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens, Q die Lagerfläche. In Übereinstimmung mit Versuchen von Hirn hat Verfasser gefunden, dass der Ausdruck

$$m = \varepsilon + \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\mu}{\lambda_1}$$

unabhängig ist von der Art des Schmieröles und von der Umfangsgeschwindigkeit, so dass sich die Reibungswiderstände bei Verwendung verschiedener Öle, aber konstanter Geschwindigkeit und konstanter Belastung des Zapfens verhalten wie die Koeffizienten μ der inneren Reibung. Diese Koeffizienten hat der Verfasser mit Hilfe eines eigens dazu gebauten Apparates für eine grosse Anzahl von pflanzlichen und mineralischen Ölen bei verschiedenen Temperaturen bestimmt. Die Kurve, deren Abscissen Temperaturen, deren Ordinaten innere Reibungskoeffizienten sind, nennt Verfasser die Charakteristik des Öles. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass der Wert von m nicht absolut konstant genannt werden kann, sondern um so mehr abnimmt, je näher der Abscissenächse die Charakteristik verläuft, d. h. je geringer die Viskosität des Öles ist.

Bedeutet $\varDelta$ die Wärmeleitungsfähigkeit der reibenden festen Körper, t die Temperatur der Schmierschicht, t_0 die Temperatur der umgebenden Atmosphäre, E das mechanische Wärmeäquivalent, so ist die durch die Reibung in der Zeiteinheit erzeugte Wärme ausgedrückt durch

$$\frac{Fv}{E} = \frac{\mu v^2 Q}{\left(\varepsilon + \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\mu}{\lambda_1}\right) E} = \varDelta (t - t_0),$$

mithin $$tg\,\varphi = \frac{\mu}{(t - t_0)} = \frac{\varepsilon + \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\mu}{\lambda_1}}{Q v^2} E \varDelta,$$

wenn φ der Winkel ist, den die Verbindungsgerade des Punktes t_0 auf der Abscissenachse und des Punktes $(\mu\,t)$ auf der Charakteristik des verwendeten Öles mit der Abscissenachse bildet. Für ein anderes Öl wird

$$tg\,\varphi' = \frac{\mu'}{t - t_0} = \frac{\left(\varepsilon' + \frac{\mu'}{\lambda'} + \frac{\mu'}{\lambda'_1}\right)}{Q v^2} E \varDelta = tg\,\varphi,$$

wenn v in beiden Fällen gleich. Mit Hilfe dieser Beziehung kann man die Lagertemperatur für jedes Öl graphisch ermitteln, wenn die Temperatur t für ein anderes durch Versuch festgestellt ist, und die Charakteristiken beider Öle gegeben sind, indem man die Gerade durch den Punkt t_0 unter dem Winkel φ zum Schnitt bringt mit der Charakteristik des neuen Öles. In den Ordinaten der Schnittpunkte der Geraden mit den Charakteristiken der Öle hat man ein Mass für die in beiden Fällen zu überwindende Reibung.

Für verschiedene Geschwindigkeiten hat man

$$tg\,\varphi_1 = \left(\frac{v}{v_1}\right)^2 tg\,\varphi.$$

Zieht man also durch denselben Anfangspunkt t_0 eine Gerade unter dem leicht zu berechnenden Winkel φ_1, so erhält man in den Ordinaten der Schnittpunkte mit den Charakteristiken verschiedener Öle einen Massstab für die bei der Geschwindigkeit v_1 auftretende Reibung.

Ändert sich die Temperatur t_0 der Umgebung, so zieht man durch den neuen Anfangspunkt t_0' eine Parallele unter dem Winkel φ, welcher der jeweiligen Geschwindigkeit entspricht.

Um der Zunahme von m bei grösserer Viskosität Rechnung zu tragen, ist bei starker Abweichung des Verlaufes der Charakteristik des neuen Öles von der Charakteristik des bisher benutzten eine Korrektur anzubringen nach einer empirischen Formel, die auf Grund sehr zahlreicher Versuche hergeleitet ist und deren Anwendung befriedigende Resultate liefert.

Für verschiedene Belastung des Zapfens hat sich durch Versuche ergeben, dass man

$$\left(\varepsilon + \frac{\mu}{\lambda} + \frac{\mu}{\lambda_1}\right)\sqrt{p} = \text{konst.}$$

setzen kann, worin p der spezifische Lagerdruck ist. Die dargelegte graphische Methode zur Ermittelung der Reibungswiderstände für beliebige Verhältnisse ermöglicht es, in sehr einfacher Weise unter verschiedenen Schmiermaterialien dasjenige auszuwählen, für welches die Summe der Kosten für Schmierung einerseits und Überwindung des Reibungswiderstandes andererseits am kleinsten wird, wenn Versuche mit einem der Öle vorliegen und die Charakteristiken aller in Frage kommenden Öle bekannt sind. Dabei ist der Schmiermaterialverbrauch (z. B. in Kilogramm pro Achsenkilometer bei Eisenbahnen) für alle Öle gleich angenommen.

P. Roth.

(Eingegangen 22. März 1901.)

BESPRECHUNGEN.

L. Cerebotani, Meine Telegraphie. Lex. 8. 257 Seiten mit 158 Textabbildungen. München, Th. Ackermann. 1900. Preis Mk. 6.—.

Verfasser giebt eine rein objektive Darstellung seiner Neuerungen auf dem Gebiete der Telegraphie. Zunächst behandelt er in dem ersten Kapitel sein neues polarisiertes Relais, welches bei beliebig starken und selbst bei den schwächsten Strömen anspricht, welches ferner auf Stromstösse von schnellster Folge reagiert, dessen Polarisierung keiner Veränderung durch die Stromveränderung unterliegt und das endlich nur Ströme bis zu bestimmten Grenzen wiedergiebt. (Schrankenrelais.) Unter den vielen Anwendungen, die Cerebotani von seinem Relais macht, sei hier nur erwähnt, dass es mittelst desselben möglich ist, von einer beliebigen Station vermittelst ein und desselben Leitungsdrahtes bei Verwendung eines Stromes gewisser Intensität eine andere Station, an der sich ein für diese Stromintensität empfängliches Relais befindet, ausschliesslich anzurufen.

Das zweite Kapitel des ersten Teils hat zum Gegenstand ein neues Verfahren samt den dazu gehörigen Vorrichtungen zur Übermittelung von Morsezeichen. In der Hauptsache besteht dieses System darin, dass das ganze jeweilig zu übermittelnde Morsezeichen durch das einfache Niederdrücken einer Taste einer Morseschriftklaviatur entsendet wird.

Im folgenden Kapitel werden die Einrichtungen einer Qui-Quo-Libet-Telegraphie, bezw. auch von Laien zu bedienenden Vorrichtungen zur Beförderung von Typendruck-Depeschen auseinandergesetzt.

Ein besonderes interessantes Objekt bespricht das vierte Kapitel: die Übertragung von Schriftzügen. Im Gegensatz zu den bisher bekannten telegraphischen Kopierverfahren erfolgt die Niederschrift am Empfangsort gleichzeitig mit der Niederschrift auf der Sendestation.

Den ersten Teil beschliesst ein Kapitel über Fernschaltvorrichtungen.

Die zwei Kapitel des zweiten Teiles gelten der gleichzeitigen und absatzweisen Vielfachtelegraphie sowohl mit Morseschrift als auch in Typendruck.

Der dritte Teil beschäftigt sich mit der Anordnung eines Typendruckapparates für drahtlose Telegraphie und der Autometeoro-Telegraphie, d. h. mit Apparaten zum selbstthätigen Registrieren des Standes meteorologischer Instrumente auf beliebige Entfernungen mittelst einer einzigen Leitung.

Den Schluss bildet eine kosmologisch-ontologische Erwägung über die Frage: „Was ist die Elektrizität?"

Ohne im einzelnen an dieser Stelle auf die äusserst sinnreichen, in den Werkstätten von C. Moradelli München hergestellten Cerebotanischen Apparatkonstruktionen eingehen zu können, mag doch darauf hingewiesen werden, dass dieselben sich durch ihre grössere Leistungsfähigkeit, durch leichtere Handhabung, Zuverlässigkeit und Echtheit der telegraphischen Mitteilungen gegenüber den bestehenden Methoden vielfach auszeichnen. In zahlreichen praktischen Versuchen, die sowohl von der bayerischen als auch von der italienischen Postbehörde vorgenommen wurden, haben sich die bis ins kleinste hinein genial durchdachten Apparate vollkommen bewährt und ihre praktische Brauchbarkeit erwiesen.

Auf die wichtigsten Cerebotanischen Telegraphenapparate soll demnächst im einzelnen näher eingegangen werden. E. Ruhmer.

(Eingegangen 8. März 1901.)

Friedrich Dolezalek, Die Theorie des Bleiakkumulators. gr. 8. VII u. 122 Seiten mit Figuren. Halle a. S., Wilhelm Knapp. 1901. Preis Mk. 6.—.

Der Bleiakkumulator hat sich trotz seiner zahlreichen Mängel bisher gegen alle seine Mitbewerber siegreich behauptet. In der Hoffnung, ihn technisch brauchbarer zu gestalten, hat man sein Verhalten auf das gründlichste studiert, ohne dass aber dadurch eine wesentliche Förderung über Planté und Faure hinaus zu verzeichnen gewesen wäre. War so der Bleiakkumulator ein Kreuz für die Technik, so war er bis in die jüngste Zeit ein noch weit ärgeres für die Theorie. An ein förderndes Eingreifen derselben für die Ausgestaltung des Apparates war nicht zu denken, solange die theoretische Forschung sich noch nicht von den empirisch aufs eingehendste untersuchten Eigenschaften des Akkumulators befriedigende Rechenschaft zu geben wusste.

In neuerer Zeit ist der Akkumulator wieder in den Vordergrund des Interesses gerückt, indem verschiedene Vorstellungsweisen einander bekämpften, durch welche die chemischen Vorgänge an den beiden Elektroden gedeutet werden sollten. Insbesondere kamen dabei die Theorien in Betracht, welche Le Blanc, Elbs und Liebenow entwickelt hatten. In den Streit griff der Verfasser der vorliegenden Schrift ein, indem er thermodynamische Betrachtungen auf

den Akkumulator anwendete und insbesondere zeigte, dass der Akkumulator den Bedingungen genügt, welche an ein reversibel arbeitendes System zu stellen sind.

Damit aber müssen alle diejenigen Theorien hinfällig werden, welche für die Vorgänge im Akkumulator sekundäre Prozesse annehmen, d. h. solche, welche mit einem Verlust an freier Energie verbunden sind. Andere Untersuchungen, welche die Anwendbarkeit der osmotischen Theorie auf den Akkumulator darthaten, schlossen sich an und es erschien nunmehr an der Zeit, den früheren zusammenhängenden Darstellungen über den Akkumulator, die sich naturgemäss mehr mit der praktischen Seite befassten, eine ausführliche Darstellung der Theorie des Bleiakkumulators an die Seite zu stellen.

Der Verfasser teilt seinen Stoff in folgender Weise ein:

1) Chemische Theorie der Stromerzeugung.
2) Thermodynamische Theorie der Stromerzeugung.
3) Osmotische Theorie der Stromerzeugung.
4) Änderung der elektromotorischen Kraft mit der Säurekonzentration.
5) Änderung der Elektrodenpotentiale mit der Säurekonzentration.
6) Der Temperaturkoeffizient.
7) Einfluss des äusseren Druckes.
8) Verhalten bei Ladung und Entladung.
9) Die Reversibilität.
10) Vorgänge in der offenen Zelle.
11) Der innere Widerstand.
12) Kapazität.
13) Wirkungsgrad und Nutzeffekt.
14) Vorgänge in der Zelle während der Formation.
15) Messungsmethoden.
16) Tabelle über Dichte und Prozentgehalt von Schwefelsäure-Wasser-Gemischen.

Man muss nach der Lektüre des Buches zugestehen, dass der Bleiakkumulator, der den Bemühungen der theoretischen Forschung solange Widerstand geleistet hat, jetzt geradezu zu einem Schulbeispiel für die Elektrochemie geworden ist. Wie ein Philologe wohl einmal ein Werk herausgreift, um an dessen Betrachtung, Ergänzung, Deutung etc. sämtliche philologische Künste in helles Licht zu setzen, so dienten dem Verfasser die Vorgänge im Akkumulator dazu, um die Hilfsmittel, welche die neuere Elektrochemie bietet, in ihrer praktischen Bedeutung zu zeigen.

Das Buch wird also nicht nur demjenigen, welcher sich über den Akkumulator zu informieren wünscht, nützlich sein, sondern es wird sich auch dem als wertvoll erweisen, welcher die Ergebnisse der neueren Elektrochemie sich an einem praktischen Beispiel zu eigen zu machen wünscht.

A. Coehn.

(Eingegangen 23. März 1901.)

P. Volkmann, Einführung in das Studium der theoretischen Physik, insbesondere in das der analytischen Mechanik, mit einer Einleitung in die Theorie der physikalischen Erkenntnis. gr. 8. 370 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1900. Preis M. 14.—.

W. Voigt, Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik. Zweite umgearbeitete Auflage. gr. 8. 578 S. Mit 56 Figuren im Text. Leipzig, Veit & Co. 1901. Preis M. 14.—.

Dass die Mechanik eine mathematische Wissenschaft sei, die sich ähnlich wie die Geometrie aus einigen wenigen Axiomen oder Prinzipien rein deduktiv entwickeln lasse, gilt seit Lagrange als ein feststehender Grundsatz; auch ist es unverkennbar, dass in ihr die spezifisch mathematischen Probleme und Methoden einen breiteren Raum einnehmen als in irgend einer anderen Naturwissenschaft. Demgemäss haben auch die meisten Lehrbücher dieser Disziplin, wenigstens die deutschen und französischen, einen ausgesprochen mathematisch-logischen Charakter. Erinnert sei hier nur an Kirchhoffs bekannte „Vorlesungen“ und an die „Prinzipien der Mechanik“ von H. Hertz, unter denen das erstere Werk mehr die Lösung spezieller mathematischer Probleme, das letztere ausschliesslich die logische Grundlegung der Theorie zum Ziele hat. So verdienstvoll solche Bestrebungen auch sind, so leiden sie doch an einer unverkennbaren Einseitigkeit: die physikalisch-empirischen Grundlagen, auf denen die Mechanik wie jede Naturwissenschaft beruht, und ebenso die praktisch-physikalischen Anwendungen treten dabei allzusehr in den Hintergrund. Umsomehr sind die beiden oben angegebenen Werke zu empfehlen, die gerade diesen naturwissenschaftlich-physikalischen Charakter der Mechanik besonders deutlich zum Ausdruck bringen, das erstere mehr unter philosophisch-historischem Gesichtspunkte, das andere vor allem vom Standpunkte des praktischen Physikers aus.

Volkmanns „Einführung“ beschäftigt sich zunächst eingehender mit den erkenntnis-theoretischen und methodologischen Grundlagen der Naturwissenschaft überhaupt: hier unterscheidet der Verfasser physikalische „Axiome“ und „Postulate“, sucht die Verfahrungsweisen der Induktion und Deduktion, der Analyse und Synthese, oder genauer der „Isolation“ und „Superposition“, der Vergleichung und Analogie

in ihrer Bedeutung und ihrem Zusammenwirken kurz zu charakterisieren, um dann auf den Ursprung und Inhalt des Kausalitäts- sowie des Kraftbegriffes näher einzugehen. Wenn er nun aber zur Mechanik übergeht und sie definiert als „die physikalische Grunddisziplin, welche den physikalischen Einzeldisziplinen vorauszuschicken sei" (S. 42), so erscheint diese Definition allzu formal und auch der historischen Entwickelung des Begriffes zu widersprechen, der doch einmal immer ausschliesslich auf die Lehre von den Bewegungen ponderabler Materie bezogen worden ist. Dass es freilich didaktisch wohl immer zweckmässig sein wird, die Physik mit der Mechanik zu beginnen und alle sonstigen einleitenden Betrachtungen mit ihr zu verbinden, soll damit natürlich nicht bestritten werden. Bei der Aufstellung der mechanischen Grundbegriffe und Grundgesetze wird unterschieden zwischen der Galileischen blossen Bewegungslehre und der Newtonschen Kraftmechanik, die Grundlagen der letzteren werden sehr eingehend behandelt im engsten Anschluss an Newtons eigene Formulierung. Hier wird ausgeführt, wie jeder neue Begriff, jedes neue Gesetz zur Klärung und Begründung der vorhergehenden beizutragen hat, das wissenschaftliche Denken also eines beständigen „Kreislaufes" bedarf und die Wahrheit des Systemes nicht auf der Gültigkeit einzelner Axiome beruht, sondern auf der „rückwirkenden Verfestigung" des Ganzen durch immer neue Erfahrungen und Bestätigungen. Dieser Hinweis auf die niemals geradlinig systematisch fortschreitende Entwickelung der Wissenschaft erscheint gewiss berechtigt gegenüber einer gerade in der Mechanik vielfach noch vorherrschenden Überschätzung der logisch-systematischen Form.

Es folgt nun ein ganz elementar gehaltener Kursus der analytischen Mechanik bis zu den allgemeinen Prinzipien und zur Einführung des Potentialbegriffes, nebst einem Kapitel über Hydrostatik einschliesslich der Kapillaritätstheorie.

Alles wird an der Hand der Erfahrung und der historischen Entwickelung anschaulich gemacht unter Vermeidung alles rein Hypothetischen und durch Beispiele illustriert, die mathematisch möglichst einfach aber physikalisch bedeutungsvoll sind, wie die Theorie des Pendels, der Wage und der astatischen Systeme. Dabei findet sich Gelegenheit zu allgemeinen Ausführungen wie über die Bedeutung der Präzisionsmessungen überhaupt und über die speziell in der Geophysik anzuwendenden Methoden, für die das Problem der Bestimmung der Erddichte ein Beispiel bildet.

Die Ausdrucksweise leidet gelegentlich an Unklarheit und mangelnder Schärfe. So wird auf S. 55 ein Vektor definiert als ein „Wert, der nach Grösse und Richtung gegeben ist", während der Ausdruck „Wert" doch nur auf Zahlen, d. h. Skalare anwendbar ist. Bei der Behandlung des Zweikörperproblems scheint auf S. 93 die lebendige Kraft der Relativbewegung mit der des einzelnen Planeten verwechselt worden zu sein. Auf S. 305 endlich hätte bei der Definition des „Gravitationsmittelpunkt" ausdrücklich bemerkt werden sollen, dass er im allgemeinen mit der Lage des Aufpunktes sich ändert, da hier bei Anfängern ein Missverständnis nahe liegt.

W. Voigts „Elementare Mechanik", die seit ihrem ersten Erscheinen 1889 wegen ihrer ausdrücklich physikalischen Richtung und ihrer sorgfältigen und präzisen Darstellung unter den deutschen Lehrbüchern stets besonders beliebt war, bedarf jetzt wohl keiner weiteren Empfehlung. Die neue Auflage schliesst sich eng an die erste an, von der sie sich im wesentlichen nur durch redaktionelle Änderungen, gelegentlich erweiterte Darstellung und verschiedene Zusätze unterscheidet. Neu ist namentlich eine „Einleitung" von 26 Seiten mit einer Einführung in das absolute Masssytem und in die Theorie der Vektoren und Tensoren, sowie das Beispiel eines gleichförmig gebogenen Cylinders mit eben bleibenden Querschnitten.

Was den Inhalt des Werkes selbst betrifft, so bringt es der physikalische Standpunkt des Verfassers mit sich, dass die allgemeine Mechanik der Punktsysteme auf einen einzigen Paragraph von 13 Seiten beschränkt ist, von den „Prinzipien" keines in voller Allgemeinheit formuliert, die „Integralprinzipien" (von Hamilton u. s. w.) aber überhaupt nicht erwähnt werden. In grosser Ausführlichkeit dagegen wird die Mechanik der starren Körper behandelt, und ebenso nachher die Hydrodynamik und die Elastizitätstheorie. Die Darstellungsform ist im Gegensatz zu Volkmann durchaus unhistorisch; von Quellen- und Litteraturverweisen wird vollständig abgesehen, das Hauptgewicht ist auf eine konsequente und in sich geschlossene Entwickelung gelegt, die durch ein konsequentes System von Bezeichnungen unterstützt wird. Bei den zahlreichen analytisch durchgerechneten Beispielen ist überall das Bestreben bemerkbar, die Entwickelung bis zu den Formeln zu führen, deren sich der experimentierende Physiker unmittelbar bedienen kann.

E. Zermelo.

(Eingegangen 15. März 1901.)

Alexander Volta, Galvanismus und Entdeckung des Säulenapparates 1796 bis 1800 (Ostwalds Klassiker Nr. 118). 8. 99 S. m. 1 Taf. Leipzig, W. Engelmann. 1900. Preis gebdn. Mk. 1.60.

Mit diesem Bande, dem zweiten der klassischen Untersuchungen des grossen Volta, wer-

den den deutschen Physikern und Elektrikern die grundlegenden Abhandlungen Voltas von der Entdeckung des Problems der Berührungselektrizität bis zu der Erfindung des Säulenapparates zugänglich gemacht. Es sind wiederum Briefe an andere Forscher, in denen Volta seine Entdeckungen niedergelegt hat. Die drei ersten „über die beim Kontakt ungleicher Leiter erregte Elektrizität" sind an Prof. Gren in Halle gerichtet und datieren vom Jahre 1796. Der erste derselben bringt am Schlusse den Kernpunkt der Entdeckungen in den kurzen Sätzen: „Sie sehen jetzt, worin das ganze Geheimnis, die ganze Magie des Galvanismus, besteht. Sie ist nichts, als eine durch die Berührung heterogener Leiter in Bewegung gesetzte, künstliche Elektrizität." Der zweite und dritte Brief verschieben Voltas Standpunkt zu immer höherer Wertschätzung des Metallkontakts und haben so den Anlass gegeben zu den hartnäckigen und folgenschweren Kämpfen zwischen Kontakttheorie und chemischer Theorie der galvanischen Erscheinungen. Der vierte und letzte Brief, an Sir Joseph Banks gerichtet, bringt, vielleicht im indirekten Anschluss an ein in dem letzten Grenschen Brief beschriebenes Experiment, die Kontaktelektrizität bis zur Funkenwirkung zu verstärken, nunmehr das gelöste Problem der Steigerung der galvanischen Wirkung durch die Entdeckung der Summation elektromotorischer Erregungen. Bei dem Bericht über diese grösste Entdeckung des 18. Jahrhunderts wird den modernen Leser wohl nichts merkwürdiger berühren, als das gänzliche Übersehen der chemischen Vorgänge an der Säule bei einem sonst so überaus scharfblickenden und subtil beobachtenden Forscher wie Volta. Für die Geschichte der gesamten Elektrizitätslehre sind diese Briefe wichtige Denkmäler. Ein dritter Band Voltascher Abhandlungen wird demnächst die Veröffentlichung der grundlegenden Arbeiten des berühmten Italieners vervollständigen.

Emil Bose.

(Eingegangen 8. März 1901.)

Eingegangene Schriften.

(Eingehende Besprechung vorbehalten.)

Günther, Siegmund, Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im neunzehnten Jahrhundert. Mit 16 Abbildungen. 8⁰. XX u. 984 S. Berlin, Georg Bondi. 1901. M. 10.—.

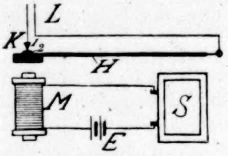
Hann, Julius, Lehrbuch der Meteorologie. Mit mehreren Tafeln in Lichtdruck, verschiedenen Karten, sowie zahlreichen Abbildungen im Text. Lieferung 2. S. 81—160. Lieferung 3. S. 161—240. (Vollständig in ca. 8 Lieferungen.) Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz. 1901. gr. 8⁰. à M. 3.—.

van Laar, J. J., Lehrbuch der mathematischen Chemie. Mit einer Einleitung von H. W. Bakhuis-Roozeboom. Mit 28 Figuren im Text. 8⁰. XX u. 224 S. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1901. M. 7.—. Gebunden M. 8.—.

Briefkasten.

Bezugnehmend auf die Briefkasten-Notiz in No. 25 erlaube ich mir, mitzuteilen, dass die Idee des geschätzten Herrn Einsenders nicht mehr neu ist, dass es aber auch trotz aller bisherigen Bemühungen nicht gelungen ist, die sehr hübsche Idee in die Praxis umzusetzen, da die besten Selenzellen zu diesem Zwecke unbrauchbar sind.

Die Herren Clausen und v. Bronk, Berlin, welche sich um die Verbesserung der Lichtempfindlichkeit der Selenzellen grosse Verdienste erworben haben, haben bereits vor vielen Jahren eine automatische Zündungsvorrichtung konstruiert, die in der beifolgenden Skizze schematisch wiedergegeben ist.



S ist die Selenzelle, welche mit dem Relais *M* und der Batterie *E* in Serie geschaltet ist. Wird die Selenzelle von Tageslicht getroffen, so wird die Stromstärke vergrössert und der Kontakt *K* der Lichtstromleitung geöffnet.

Umgekehrt tritt wieder bei genügender Dunkelheit eine bedeutende Erhöhung des Selenwiderstandes und dadurch eine Schwächung des Stromes ein, so dass die Feder *H* den Kontakt *K* schliesst und dadurch die Lampe einschaltet.

Die Anordnung lässt sich aber praktisch vorerst nicht verwerten, da die Lichtempfindlichkeit der Selenzellen eine unberechenbare ist und auch der Widerstand einer solchen Zelle sich im Laufe der Zeit oft sehr stark verändert, was ein genaues Einstellen des Relais problematisch macht.

Viel einfacher und sicherer als mit Selenzellen lässt sich übrigens dasselbe Problem mittelst der unter dem Namen Selektor-System bekannten Anordnungen der Electric Selector and Signal Co. New York erreichen, worüber Näheres in der Elektrot. Zeitschr. 1900, Heft 3, S. 61 ff. zu ersehen ist.

Ernst Ruhmer.

(Eingegangen 31. März 1901.)

Tagesereignisse.

Ein hoher englischer Gerichtsbeamter hat der Pariser Akademie der Wissenschaften 100000 Franks vermacht. Die Zinsen — 3000 Franks jährlich — sind als Preis für eine eigene Erfindung auf dem Gebiet der Physik, speziell der Elektrizität oder des Magnetismus, ausgesetzt.

Der Kaiser von Österreich hat die Anträge des Unterrichtsministers, betreffend die Verleihung des Doktortitels an Techniker genehmigt. Vom Studienjahre 1901/02 an werden sich auch die Absolventen der Technischen Hochschulen in Österreich um den Doktorgrad bewerben können. Die Bestimmungen bezüglich der Erlangung entsprechen im wesentlichen den einschlägigen Bestimmungen der Rigorosenordnung vom Jahre 1899 für die philosophischen Fakultäten der Universitäten.

Personalien.

Der Realschul-Professor und Privatdozent Dr. J. G. Gmeiner wurde zum a. o. Professor der Mathematik an der deutschen Universität in Prag ernannt.

Der kommissarische Direktor der höheren Maschinenbauschule in Hagen i. W., Regierungsbaumeister Georg Benoit, wurde zum o. Professor der Maschinenbaukunde an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe ernannt.

Dr. Karl Grebe, zuletzt wissenschaftlicher Mitarbeiter der Zeissschen Werkstätte, ist, erst 31 Jahre alt, im Dezember 1900 in Sestri-Levante gestorben.

Vom Kaiser von Österreich ist der Professor der Physik an der Universität Wien, Hofrat Ernst Mach zum Mitglied des Herrenhauses ernannt worden.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.